Agnieszka KOWALSKA-STYCZEŃ
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Ekonomii i Informatyki

MODELE AGENTOWE W SIECIOWYM PODEJŚCIU DO ORGANIZACJI

Streszczenie. W artykule przedstawiono możliwości zastosowania modeli agentowych do badania procesów zachodzących w organizacjach. Zaprezentowano model oparty na dwuwymiarowym automacie komórkowym. Za kluczowy mechanizm przyjęto oddziaływanie liderów poprzez komunikację „z ust do ust" („word of mouth"), ponieważ jest to decydujące narzędzie w tej sferze. W pracy pokazano przykłady zastosowania wyżej wymienionego modelu do symulowania procesów przywództwa i zmiany w organizacjach.

Słowa kluczowe: systemy złożone, przywództwo, modele agentowe, automat komórkowy

AGENT MODELS IN NETWORK APPROACH TO ORGANISATION

Summary. This paper presents the possibility of using agent models to study processes in organizations. Two dimensional cellular automaton has been used for modelling. As a key mechanism, influence of leaders using 'word of mouth' (w-o-m) communication was adopted because it is a crucial tool in this area. This paper shows examples of the above-mentioned model to simulate processes of leadership and change in organizations.

Keywords: complex systems, leadership, agent models, cellular automaton

1. Wprowadzenie

Współczesne organizacje to bardzo złożone systemy o nieliniowych zachowaniach, w których nawet niewielka zmiana jednego czy dwóch parametrów może skutkować

olbrzymimi zmianami w całym systemie[1]. Można traktować je jako złożone systemy „adaptowalne" (*complex adaptive systems* CAS). Podstawowy paradygmat takiego podejścia polega na próbie analiz typu indukcyjnego („bottom – up"). Zakłada się, że zachowanie systemu może być wyjaśniane poprzez dynamiczną analizę zachowań lokalnych, tzn. interakcji pomiędzy elementarnymi składnikami systemu. CAS pozwalają zatem na bazie lokalnych zachowań generować globalne zmiany, które z kolei zmieniają lokalne zachowania[2]. Należy również zauważyć, że w tradycyjnych modelach przyczynowo-skutkowych relacje są stałe, natomiast w złożonych systemach istotna często jest sama ewolucja sieci powiązań pomiędzy elementami składowymi.

Teoria organizacji traktuje złożoność jako strukturalną zmienną, która charakteryzuje zarówno organizację, jak i jej otoczenie[3]. Przykładem analizy przywództwa i roli liderów we współczesnych organizacjach z perspektywy złożonych systemów „adaptowalnych" (CAS) jest praca Lichtenstein i inni[4]. W tej perspektywie rola liderów nie jest rozpatrywana z punktu widzenia zależności hierarchicznych, ale raczej jako zespół interakcji „agentów" w sieciach agentów. Interakcje te mają głównie charakter nieformalny, ale tłumaczą wiele procesów organizacyjnych, takich jak uczenie się organizacji, innowacje i ich dyfuzję czy procesy adaptacyjne. Ponadto, jak pokazują badania Brassa[5] i Ibarry[6], nieformalne powiązania społeczne są głównym źródłem wpływu w organizacjach.

[1] Duft R.L., Lewin A.Y.: Can organization studies begin to break out of the normal science straitjacket: An editorial essay. "Organization Science", No. 1(1), 1990; Casti J.: Complexification: Explaining a Paradoxical World Through the Science of Surprise, HarperCollins, New York 1994.

[2] Burkhart R.: The SWARM simulator: Applications in science and business. Embracing Complexity: Exploring the Application of Complex Adaptive Systems to Business. Ernst & Young Center for Business Innovation, Cambridge, MA 1996.

[3] Anderson P.: Complexity Theory and Organization Science. "Organization Science", Vol. 10, No. 3, 1999, p. 216-232.

[4] Lichtenstein B.B., Uhl-Bien M., Marion R., Seers A., Orton J.D., Schreiber C.: Complexity leadership theory: An interactive perspective on leading in complex adaptive systems E:CO, Vol. 8, No. 4, 2006, p. 2-12.

[5] Brass D.J.: Being in the right place – a structural analysis of individual influence in an organization. "Administrative Science Quarterly", No. 29, 1984, p. 518-539.

[6] Ibarra H.: Network centrality, power, and innovation involvement: Determinants of technical and administrative roles. "Academy of Management Journal", No. 36, 1993, p. 471-50.

Takie widzenie organizacji pojawiło się już ponad dekadę wcześniej. W pracy Staceya[7] zaproponowano na przykład ujęcie „complex systems" jako perspektywę opisu procesu zmian strategicznych. Pokazano między innymi interpretacje wcześniejszych badań własności sieci boolowskich oraz automatów komórkowych (prostych modeli agentowych), z których wynika, że sam fakt sieciowego charakteru relacji we współczesnych organizacjach implikuje niektóre zachowania i procesy w nich zachodzące. Ponadto Stacey twierdzi, że te teoretyczne badania oznaczają, iż organizacje stabilne cechować się muszą małą ilością nieformalnych powiązań zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz organizacji. Zmienność i dynamika natomiast jest domeną organizacji o bogatych powiązaniach jej członków nawzajem oraz z otoczeniem zewnętrznym. Wnioski wysnute przez Staceya w pewnym zakresie potwierdzają wcześniejsze analizy empiryczne przedstawione przez Granowettera[8]. Analizując organizacje o dużej stabilności w porównaniu z organizacjami o dużym stopniu zróżnicowania, zauważył on, iż te pierwsze cechują silne powiązania i interakcje między uczestnikami (są mocno uzależnieni emocjonalnie, spędzają wiele czasu wspólnie itp.), a te drugie charakteryzują stosunkowo luźne relacje międzyludzkie.

Podejście takie jest jednocześnie realizacją paradygmatu sieciowego w naukach o zarządzaniu w kontekście sieci społecznych. Podstawowym elementem w tej perspektywie jest sieć, zdefiniowana jako zestaw „aktorów" (wierzchołków) oraz więzi ich łączących[9]. Pozycja aktora/agenta w sieci ma wpływ na innych aktorów/agentów, a sieć może być postrzegana jako środowisko aktora lub miejsce jego działań, umożliwiające i jednocześnie ograniczające jego zachowania. Jak podkreśla Czakon[10], pojęcie „aktor" ma korzenie socjologiczne i może on być indywidualny (osoba) lub zbiorowy, np. zespół, organizacja, społeczność. Więzi łączące „aktorów" mogą być ukierunkowane (np. jednokierunkowe), nieukierunkowane, dychotomiczne (np. dwie osoby są lub nie są przyjaciółmi) lub mierzalne (np. siła przyjaźni).

Postrzeganie organizacji jako sieci pojawiło się w latach 90. XX w. jako konsekwencja badań dotyczących przywództwa, wydajności pracy, przedsiębiorczości, wykorzystania wiedzy, innowacji, maksymalizacji zysku[11]. Obecnie obserwuje się rozwój w tym obszarze

[7] Stacey R.D.: The science of complexity: an alternative perspective for strategic change processes. "Strategic Management Journal", Vol. 16, 1995, p. 477-495.
[8] Granovetter M.S.: The Strength of Weak Ties. "American Journal of Sociology", No. 78(May), 1973, p. 1360-1380.
[9] Borgatti S.P., Foster P.C.: The Network Paradigm in Organizational Research: A Review and Typology. "Journal of Management", No. 29(6), 2003, p. 991-1013.
[10] Czakon W.: Sieci w Zarządzaniu Strategicznym. Wolters Kluwer Business, Warszawa, 2012, s. 15.
[11] Borgatti S.P., Foster P.C.: op.cit.

metod symulacyjnych[12], ponieważ, jak podkreślą Miller i Page[13], takie narzędzia są naturalnie przystosowane do rozwiązywania problemów, które charakteryzują się dynamiką, heterogenicznością i występowaniem składników oddziałujących na siebie. Wymienieni autorzy zwracają także uwagę na szybkość i łatwość dokonywania obliczeń za pomocą metod symulacyjnych, co może spowodować, że stanie się to dominujące narzędzie w nowoczesnej nauce o zarządzaniu.

Wspomniane metody symulacyjne, to przede wszystkim modele agentowe, czyli oparta na agentach symulacja społeczna, która jest realizacją paradygmatu badania dynamiki wielkich systemów opartych na lokalnych interakcjach ich składników elementarnych[14]. Modele agentowe oferują zatem możliwość modelowania systemów społecznych, które składają się z agentów (aktorów) współdziałających i wpływających na siebie nawzajem, którzy uczą się ze swoich doświadczeń i dostosowują swoje zachowanie do środowiska[15]. Macy i Willer[16] podkreślają, że stanowią one niejako pomost pomiędzy poziomem mikro i makro oraz wykorzystują symulacje do szukania mechanizmów przyczynowo-skutkowych zachowań społecznych.

Wiele badań organizacji w ujęciu sieciowym pokazuje, że nowe rozwiązania i koncepcje wyłaniają się z interakcji osób tworzących i zaangażowanych w organizację. Jest to zjawisko emergencji, w którym w wyniku interakcji elementów na poziomie lokalnym pojawia się zaskakujący wynik (coś nowego) na poziomie globalnym. Nowym instrumentem pozwalającym na wyjaśnianie takich zjawisk są właśnie modele agentowe [17]. Dodać należy również, że emergencja i możliwość modelowania środowisk, w których agenci są heterogeniczni, to główna cecha odróżniająca symulacje za pomocą modeli agentowych od pozostałych metod symulacyjnych[18].

W niniejszej pracy zaprezentowany został model oparty na automacie komórkowym, a następnie przykłady jego zastosowania do modelowania procesów przywództwa i zmiany w organizacjach. Zmiany w organizacjach zachodzą dynamicznie w czasie, zatem symulacja z wykorzystaniem modeli agentowych, a w szczególności automatów komórkowych (AK) jest właściwym podejściem metodologicznym w tym zakresie.

---

[12] Davis J.P., Eisenhardt K.M., Bingham C.B.: Developing theory through simulation methods. "Academy of Management Review", No. 32(2), 2007, p. 480-499.
[13] Miller J.H., Page S.E.: Complex Adaptive Systems. Princeton University Press, 2007, p. 27.
[14] Gotts N.M., Polhill J.G., Law A.N.R.: Agent-Based Simulation in the Study of Social Dilemmas. "Artificial Intelligence Review", No. 19, 2003, p. 3-92.
[15] Macal C.M., North M.J.: Tutorial on agent-based modelling and simulation. "Journal of Simulation", No. 4, 2010, p. 151-162.
[16] Macy M.W., Willer R.: From factors to actors: Computational sociology and agent based modeling. "Annual Review of Sociology", No. 28, 2002, p. 143-166.
[17] Epstein J.M.: Agent-Based Computational Models And Generative Social Science, Complexity. John Wiley & Sons, Inc., No. 4(5), 1999.
[18] Macal C.M., North M.J.: op.cit.

Ponieważ przywództwo jest rozumiane między innymi jako zdolność jednej lub kilku osób do wpływania na grupę[19], wprowadza się do symulacji liderów, którzy w silny sposób wpływają na członków organizacji. Obecność takich liderów jest kluczowym czynnikiem powodzenia w przypadku zmian postaw w organizacjach, dlatego też decydującym narzędziem w tej sferze jest mechanizm przekazywania informacji „word of mouth" (w-o-m). Za komunikacją w-o-m przemawiają rezultaty badań Burta[20], z których wynika, że kontakty pośrednie nie mają znaczenia, natomiast nawet w bardzo różnych okolicznościach ważną rolę odgrywają sieci bezpośrednich kontaktów poszczególnych osób.

2. Opis modelu

Prezentowany model oparty na działaniu automatu komórkowego został zdefiniowany i wykorzystany w pracach Kowalska-Styczeń[21]. W celu wyjaśnienia jego działania należy zrozumieć istotę narzędzia, jakim jest automat komórkowy. Jest to po prostu obiekt matematyczny, który składa się z sieci komórek w przestrzeni D-wymiarowej, ze skończonego zbioru stanów pojedynczej komórki oraz z reguły, która określa stan komórki w danej chwili w zależności od stanu w chwili poprzedniej tej komórki i komórek ją otaczających[22]. Komórki otaczające to sąsiedztwo danej komórki. Zatem, jest to dynamiczny model matematyczny procesów zachodzących w czasie. Otoczenie dla każdej komórki jest takie samo. Stan komórki zmienia się w czasie zgodnie z regułą, która zależy od jej poprzedniego stanu i stanu otoczenia. Ważnym parametrem dla automatu komórkowego jest promień otoczenia (liczba sąsiadów danego agenta i sposób ich rozmieszczenia w sieci agentów). Jeśli otoczeniem są najbliżsi sąsiedzi danej komórki, to promień $r = 1$.

W prezentowanym modelu wykorzystuje się dwuwymiarowy automat komórkowy z otoczeniem von Neumanna o promieniu r = 1 (rys. 1, lewy panel) i r = 2 (rys. 2, prawy panel) oraz otoczenie Moore'a o promieniu r = 1 (rys. 2).

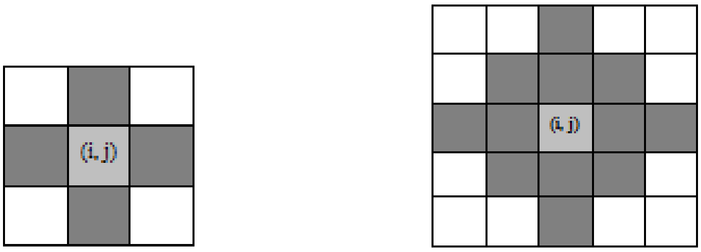
---

[19] Bogdanor V.: (ed.): The Blackwell Encyclopedia of Political Science. Blackwell Publishers, Oxford, Cambridge 1993, s. 321-323.

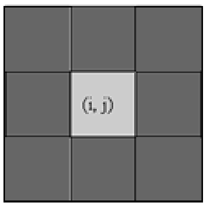
[20] Burt R.S.: Secondhand brokerage: evidence on the importance of local structure for managers, bankers and analysts. "Academy of Management Journal", Vol. 50, No. 1, 2007, p. 119-148.

[21] Kowalska-Styczeń A.: A cellular based model as a tool of the organizational culture change analysis, [in:] Rebelo F., Soares M. (eds.): Advances in Usability Evaluation, Part II. CRC Press/Taylor & Francis, 2012, p. 200-210; Kowalska-Styczeń A.: Automaty komórkowe w modelowaniu procesów przywództwa w organizacjach. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 64. Gliwice 2013, s. 147-155.

[22] Kowalska-Styczeń A.: Symulowanie złożonych procesów ekonomicznych za pomocą automatów komórkowych. Politechnika Śląska, Gliwice 2007; Wolfram S.: A New Kind of Science. Wolfram Media, Inc., 2002.



Rys. 1. Otoczenie Von Neumanna komórki (i, j) automatu dwuwymiarowego dla r = 1, otoczenie 4-elementowe (lewy panel) oraz dla r = 2, otoczenie 12-elementowe (prawy panel)
Fig. 1. Von Neumann's neighbourhood of a two-dimensional automaton cell (i, j) with r = 1, 4-element neighbourhood (left panel) and r = 2, 12-element neighbourhood (right panel)
Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 2. Otoczenie Moore'a komórki (i, j) automatu dwuwymiarowego dla r = 1, otoczenie 8-elementowe
Fig. 2. Moore neighbourhood of a two-dimensional automaton cell (i, j) with r = 1, neighbourhood 8-element
Źródło: Opracowanie własne.

Symulacje dotyczą zachowania osób tworzących organizację/przedsiębiorstwo. Badane jest zatem środowisko agentów, które w modelu przedstawione jest jako kwadratowa sieć o rozmiarze LxL. W obliczeniach kolejnych stanów, komórki na brzegach sieci są traktowane tak, jakby cała krata była umieszczona na powierzchni walca (czyli sąsiedzi komórki leżącej na brzegu znajdują się odpowiednio po przeciwległej stronie sieci). Oprócz zwykłych agentów wprowadza się agentów-liderów, którzy mają większą siłę perswazji w stosunku do pozostałych członków organizacji.

Pojedyncza i-ta komórka/agent może być w jednym z trzech stanów:

- zajęta przez agentów typu A,
- zajęta przez liderów typu A,
- zajęta przez agentów typu B.

W symulacjach badano sytuację, w której agenci popierali opcję B, a liderzy byli za opcją A. Początkowo agenci byli losowo rozmieszczeni w sieci. Pojedyncza komórka była zajęta z prawdopodobieństwem p, a z prawdopodobieństwem $1 - p$ pusta. Prawdopodobieństwo p jest po prostu stężeniem agentów w sieci (gęstością zapełnienia sieci), ale może być także

utożsamiane z dostępem do informacji w komunikacji w-o-m. Wprowadza się także koncentrację agentów typu A jako c, a zatem koncentracja agentów typu B wynosi 1 − c.

W związku z obecnością w modelu agentów i agentów-liderów oraz różnej ich roli, proponuje się dla nich odmienne reguły postępowania.

Reguły dla agentów

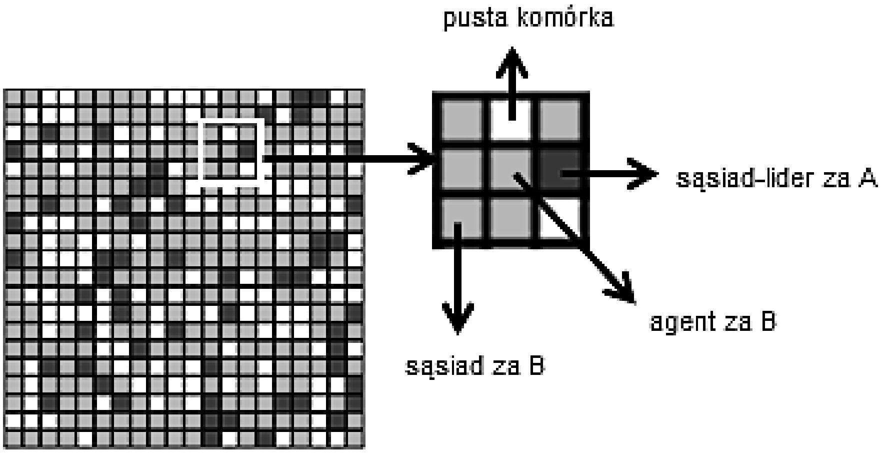
- Agent sprawdza preferencje swojego otoczenia i zmienia swoją preferencję na dominującą w otoczeniu (czyli jeżeli więcej niż 50% jego sąsiadów ma inną opinię niż on, to zmienia on swoją opinię na tę dominującą w otoczeniu).
- Agent zmienia swoją preferencję również w przypadku, gdy w jego otoczeniu znajduje się przynajmniej jeden lider.
- Jeśli więcej niż 50% sąsiadów ma opinię taką samą jak badany agent lub brak jest lidera, to oczywiście nic się nie zmienia.

Reguły dla liderów

- Jeżeli wybrany agent jest liderem, to nie zmienia się pod wpływem większości otoczenia tak jak zwykły agent.
- Jeżeli lider znajdzie się w otoczeniu innego agenta, to przekonuje go do swojej preferencji (zob. reguły dla agentów).

Tak zdefiniowane reguły dla automatu komórkowego uwzględniają wpływy interpersonalne (zachowanie agenta zależy od zachowania jego otoczenia). Symuluje się w ten sposób przekazywanie wiedzy ‘z ust do ust’ (w-o-m) i wpływ liderów na kształtowanie się opinii w organizacji/przedsiębiorstwie. Dodatkowo, wprowadzenie różnych gęstości zapełnienia sieci jest krokiem w kierunku zbliżenia modelu do rzeczywistości społecznej, ponieważ najbliższe otoczenie, kształtujące zasadniczo decyzje jednostki i na które wpływa lider składa się z różnej liczby osób (grupy pracowników są różnoelementowe).

Ideę działania prezentowanego w artykule modelu ilustruje rys. 3. Na rysunku tym przedstawiono przykładową losową sieć (na starcie symulacji), o rozmiarze 20x20, gęstości zapełnienia p = 0,7 (sieć zapełniona jest w 70%), gdzie liderzy stanowią 20% wszystkich agentów i preferują opcję A, a otoczenie jest 8-elementowe.



Rys. 3. Idea działania proponowanego modelu
Fig. 3. The general idea of a proposed model
Źródło: Opracowanie własne.

3. Przykłady

Zaproponowany w sekcji poprzedniej model wykorzystano między innymi do symulowania procesu przywództwa w organizacjach. Przywództwo w systemach organizacyjnych realizuje się głównie poprzez nieformalne relacje między agentami (członkami organizacji) w sieci agentów. Interakcje między agentami generują możliwości innowacyjne systemu, a także jego adoptowanie się do nowych idei, ale liderzy nie są źródłem zmian, a raczej stwarzają warunki, w których zachodzą procesy zmian[23]. Takie podejście, w którym kontakty nieformalne odgrywają decydującą rolę w procesie zmian w organizacji, zaproponowano w pracy Kowalskiej-Styczeń[24]. Za pomocą symulacji zbadano efektywność liderów w procesie zmian kultury organizacji. Zadano pytanie, czy wielkość organizacji wpływa na efektywność oddziaływania liderów. W związku z tym przeprowadzono symulacje dla sieci L = 10 (100 agentów), L = 20 (400 agentów), L = 30 (900 agentów). Takie rozmiary sieci są według definicji OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) odpowiednikiem liczby zatrudnionych w małym, średnim i dużym przedsiębiorstwie. W zaproponowanym modelu liderzy mieli za zadanie komunikować potrzebę zmian, mobilizując i przekonując innych do poparcia proponowanych zmian poprzez mechanizm w-o-m. W artykule spróbowano również odpowiedzieć na pytanie, jak wielkość grup/zespołów pracowników, do której docierają liderzy, wpływa na efektywność mechanizmu zmiany kultury organizacji. Odpowiednikiem grup/zespołów pracowników

[23] Lichtenstein B.B., Uhl-Bien M., Marion R., Seers A., Orton J.D., Schreiber C.: op.cit.
[24] Kowalska-Styczeń A.: A cellular based…, op.cit.

o różnej wielkości były przyjęte w modelu odpowiednio 4-elementowe i 12-elementowe otoczenie von Neumanna i 8-elementowe otoczenie Moore'a. Symulacje pokazały, że wielkość organizacji nie wpływa na efektywność liderów. Dynamika zmian opinii zależy natomiast od średniej wielkości sąsiedztwa w sieci agentów, które odzwierciedla średnią ilość kontaktów nieformalnych, a więc wielkość grup nieformalnych występujących w symulo-wanych procesach w-o-m. Ponadto, zauważono możliwość uzyskiwania pełnego przekonania do nowej idei przy zaangażowaniu mniejszej liczby liderów zmian w przypadku większych grup nieformalnych (większych otoczeń).

Kolejne badania dotyczyły procesu zmian w organizacji poprzez działanie liderów opinii w zależności od intensywności kontaktów nieformalnych, ponieważ, jak pokazują badania, Battilana i Casciano[25] najistotniejszą cechą podejścia „complex systems" (CS) w analizach przywództwa jest możliwość uwzględniania sieci kontaktów i wpływów o charakterze nieformalnym. Sieci nieformalne są już od dawna postrzegane jako kluczowe źródła wpływu społecznego w systemach społecznych[26]. Ponadto, prace Burta[27] pokazują, że spójność sieci zwiększa przyjęcie innowacji, a wiele połączeń między 'agentami' ułatwia wymianę wiedzy. W pracy Kowalska-Styczeń[28] zbadano zatem, jak proces zmian w organizacji przebiegał w sieci powiązań rzadkich i gęstych (z większą ilością agentów). Liderzy mieli za zadanie komunikowanie potrzeby zmian, mobilizując i przekonując innych do poparcia proponowanych zmian. W związku z tym przeprowadzono symulacje dla dwóch różnych otoczeń (4-elementowe i 12-elementowe otoczenie von Neumanna) oraz dla rzadkiej sieci kontaktów (p = 0,3), gęstej sieci kontaktów (p = 0,7) oraz sieci całkowicie zapełnionej (p = 1). Analizowano średnią liczbę za opcją liderów po 1000 symulacjach (symulacje Monte Carlo). Rezultaty wskazały na fakt zależności zmian opinii w organizacji jako całości od gęstości zapełnienia sieci i wielkości otoczenia, czyli od spójności organizacji. W przypadku gęstszej sieci (p = 1, p = 0,7) istnieje możliwość uzyskiwania pełnego przekonania do nowej idei (poglądów, kultury) przy zaangażowaniu mniejszej liczby liderów zmian niż w przypadku rzadkiej sieci. Ponadto, dynamika zmian opinii zależy również od wielkości sąsiedztwa w sieci reprezentującej organizację. Otrzymane wyniki pokazały możliwość uzyskiwania pełnego przekonania do nowej idei przy zaangażowaniu mniejszej liczby liderów zmian dla większych grup nieformalnych, czyli większego otoczenia.

[25] Battilana J., Casciano T.: Change agents, networks, and institutions: a contingency theory of organizational change. "Academy of Management Journal", Vol. 55, No. 2, 2012, p. 381-398.
[26] Brass D.J.: op.cit.
[27] Burt R.S.: Secondhand brokerage…, op.cit., p. 119-148; Burt R.S.: Structural holes and good ideas. "American Journal of Sociology", No. 110, 2004, p. 349-399.
[28] Kowalska-Styczeń A.: Automaty komórkowe…, op.cit.

4. Podsumowanie

Badania eksperymentalne za pomocą modeli agentowych stwarzają ciekawe pole badawcze w analizowaniu procesów zachodzących w organizacji w ujęciu sieciowym. Pozwalają, między innymi, na badanie struktury sieci jak i jej wpływu na zachowanie organizacji. W analizowanych eksperymentach pokazano, że wyniki uzyskiwane drogą uproszczeń, z jednej strony, potwierdzają intuicyjne przekonania, a z drugiej wyniki żmudnych badań empirycznych przeprowadzonych w rzeczywistych organizacjach. Przykładem są prezentowane rezultaty uzyskane za pomocą symulacji, które zbieżne są z wynikami badań empirycznych Burta[29].

Agenci rozmieszczeni w sieci agentów oraz mechanizmy interakcji między nimi, czyli sztuczne społeczeństwa[30] odzwierciedlają rzeczywiste sieci społeczne, a ich szczególna przydatność polega na możliwości wyjaśniania pojawiających się makroskopowych prawidłowości społecznych. Jest to bardzo ważna zaleta podejścia agentowego, ponieważ nawet pełna wiedza na temat reguł, którymi kieruje się jednostka, nie zawsze pozwala na przewidywanie rezultatów w skali makro[31]. Ponadto, ponieważ organizacje charakteryzuje złożoność, a wiele procesów w nich zachodzących zmienia się dynamicznie w czasie, to symulacja w sztucznej organizacji może być szczególnie skutecznym narzędziem badawczym dla teoretyków zarządzania[32]. Dodać należy, że takie podejście może stanowić uzupełnienie tradycyjnych badań, a także dawać wskazówki do budowania nowych teorii, ponieważ, jak wynika z pracy Harrison i innych[33], wyniki symulacji mogą być traktowane jako hipotezy lub teoretyczne wnioski.

Możliwość prowadzenia pokazanych analiz symulacyjnych rodzi pytanie o to, jak można wyniki takich badań przenieść do praktyki zarządzania w organizacjach. Wydaje się, że, pomimo w dużej mierze jakościowego charakteru tego typu badań, nawet na poziomie konkretnych organizacji można uzyskać wiele cennych wskazówek. Jeśli tak wyraźnie większa ilość kontaktów pozytywnie wpływa na efektywność procesu zmian, to niewątpliwie zarządzający firmą powinni dbać o rozwój sieci kontaktów nieformalnych. Ciekawym kierunkiem badań wydaje się wprowadzenie do prezentowanego modelu agentów (aktorów)

---

[29] Burt R.S.: Secondhand brokerage…, op.cit., p. 119-148; Burt R.S.: Structural holes…, op.cit., p. 349-399.

[30] Pojęcie sztuczne społeczeństwo (ang. *artificial society*) jest to agentowy model komputerowy społeczeństwa lub grupy osób, używany do odkrywania globalnych struktur społecznych i zachowań powstałych z lokalnych reguł i mechanizmów interakcji. Więcej na ten temat zob. prace: Epstein J.M., Axtell R.: Artificial societies and generative social science. "Artificial Life and Robotics", Vol. 1, Iss. 1, 1997, p. 33-34; Barry G.L., Park S.: Asynchronous Time Evolution in an Artificial Society Model. "Journal of Artificial Societies and Social Simulation", Vol. 3, No. 1, 2000.

[31] Epstein J.M.: op.cit.

[32] Harrison J.R., Lin Z., Carroll G.R., Carley K.M.: Simulation modeling in organizational and management research. "Academy of Management Review", Vol. 32, No. 4, 2007, p. 1229-1245.

o charakterze zespołowym, czyli odzwierciedlających organizacje, przedsiębiorstwa i relacje między nimi, a także wielopoziomowych sieci relacji, ponieważ, jak wynika z pracy Moliterno i Mahonym[34], takie podejście jeszcze dokładniej odzwierciedla strukturę rzeczywistych organizacji.

Bibliografia

1. Anderson P.: Complexity Theory and Organization Science. "Organization Science", Vol. 10, No. 3, 1999.
2. Barry G.L., Park S.: Asynchronous Time Evolution in an Artificial Society Model. "Journal of Artificial Societies and Social Simulation", Vol. 3, No. 1, 2000.
3. Battilana J., Casciano T.: Change agents, networks, and institutions: a contingency theory of organizational change. "Academy of Management Journal", Vol. 55, No. 2, 2012.
4. Bogdanor V. (ed.): The Blackwell Encyclopedia of Political Science. Blackwell Publishers, Oxford, Cambridge 1993.
5. Borgatti S.P., Foster P.C.: The Network Paradigm in Organizational Research: A Review and Typology. "Journal of Management", No. 29(6), 2003.
6. Brass D.J.: Being in the right place – a structural analysis of individual influence in an organization. "Administrative Science Quarterly", No. 29, 1984.
7. Burkhart R.: The SWARM simulator: Applications in science and business. Embracing Complexity: Exploring the Application of Complex Adaptive Systems to Business. Ernst & Young Center for Business Innovation, Cambridge, MA 1996.
8. Burt R.S.: Secondhand brokerage: evidence on the importance of local structure for managers, bankers and analysts. "Academy of Management Journal", Vol. 50, No. 1, 2007.
9. Burt R.S.: Structural holes and good ideas. "American Journal of Sociology", No. 110, 2004.
10. Casti J.: Complexification: Explaining a Paradoxical World Through the Science of Surprise. HarperCollins, New York 1994.
11. Czakon W.: Sieci w zarządzaniu strategicznym. Wolters Kluwer Business, Warszawa 2012.

[33] Ibidem.
[34] Moliterno T.P., Mahony D.M.: Network Theory of Organization: A Multilevel Approach. "Journal of Management", Vol. 20, No. 10, 2010.

12. Davis J.P., Eisenhardt K.M., Bingham C.B.: Developing theory through simulation methods. "Academy of Management Review", No. 32(2), 2007.
13. Duft R.L., Lewin A.Y.: Can organization studies begin to break out of the normal science straitjacket: An editorial essay. "Organization Science", No. 1(1), 1990.
14. Epstein J.M.: Agent-Based Computational Models And Generative Social Science, Complexity. John Wiley & Sons, Inc., No. 4(5), 1999.
15. Epstein J.M., Axtell R.: Artificial societies and generative social science. "Artificial Life and Robotics", Vol. 1, Iss. 1, 1997.
16. Gotts N.M., Polhill J.G., Law A.N.R.: Agent-Based Simulation in the Study of Social Dilemmas. "Artificial Intelligence Review", No. 19, 2003.
17. Granovetter M.S.: The Strength of Weak Ties. "American Journal of Sociology", No. 78(May), 1973.
18. Harrison J.R., Lin Z., Carroll G.R., Carley K.M.: Simulation modeling in organizational and management research. "Academy of Management Review", Vol. 32, No. 4, 2007.
19. Ibarra H.: Network centrality, power, and innovation involvement: Determinants of technical and administrative roles. "Academy of Management Journal", No. 36, 1993.
20. Kowalska-Styczeń A.: A cellular based model as a tool of the organizational culture change analysis, [In:] Rebelo F., Soares M. (eds.): Advances in Usability Evaluation: Part II. CRC Press / Taylor & Francis, 2012.
21. Kowalska-Styczeń A.: Automaty komórkowe w modelowaniu procesów przywództwa w organizacjach. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 64, Gliwice 2013.
22. Kowalska-Styczeń A.: Symulowanie złożonych procesów ekonomicznych za pomocą automatów komórkowych. Politechnika Śląska, Gliwice 2007.
23. Lichtenstein B.B., Uhl-Bien M., Marion R., Seers A., Orton J.D., Schreiber C.: Complexity leadership theory: An interactive perspective on leading in complex adaptive systems E:CO, Vol. 8, No. 4, 2006.
24. Macal C.M., North M.J.: Tutorial on agent-based modelling and simulation. "Journal of Simulation", No. 4, 2010.
25. Macy M.W., Willer R.: From factors to actors: Computational sociology and agent based modeling. "Annual Review of Sociology", No. 28, 2002.
26. Miller J.H., Page S.E.: Complex Adaptive Systems. Princeton University Press, 2007.
27. Moliterno T.P., Mahony D.M.: Network Theory of Organization: A Multilevel Approach. "Journal of Management", Vol. 20, No. 10, 2010.
28. Stacey R.D.: The science of complexity: an alternative perspective for strategic change processes. "Strategic Management Journal", Vol. 16, 1995.
29. Wolfram S.: A New Kind of Science. Wolfram Media, Inc., 2002.